東京大学公開講座 「バランス」

作物栽培におけるバランス
ーイネとコメー

2008年5月10日(土)

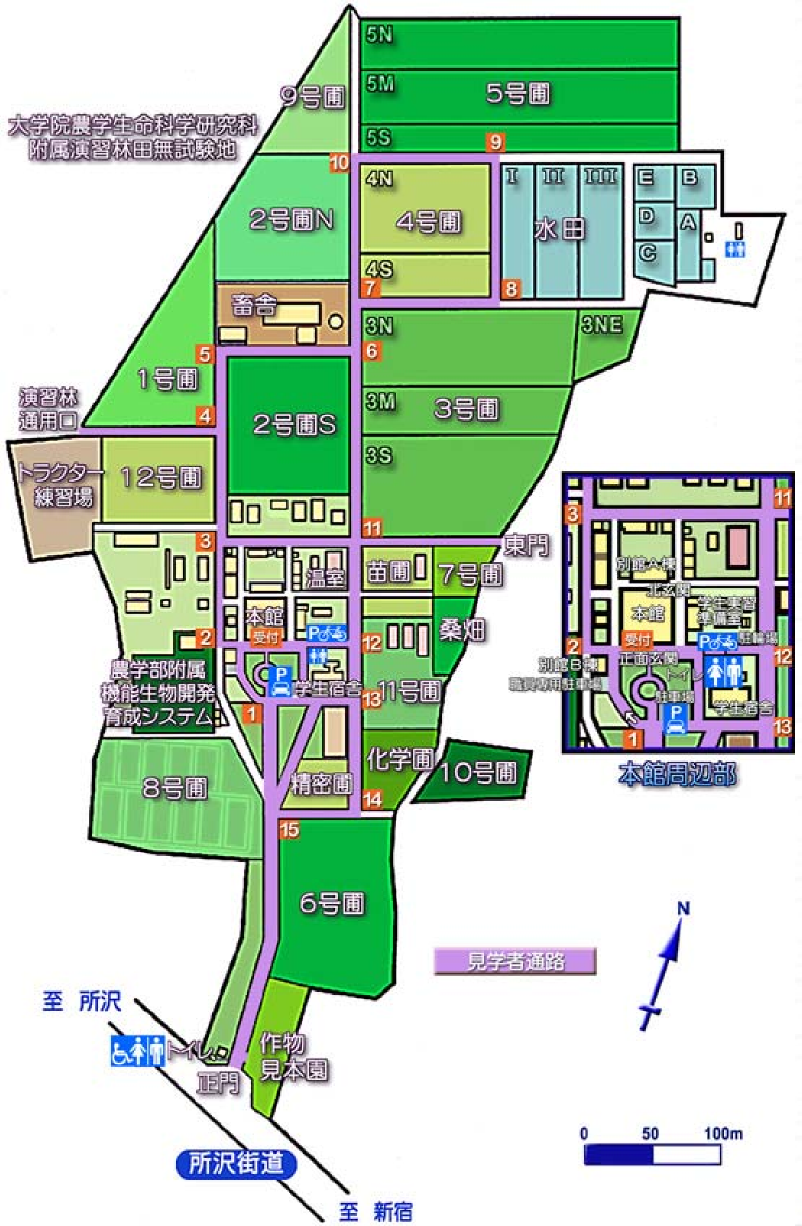
東京大学大学院農学生命科学研究科附属農場
山岸順子

内　容

- はじめに
- 近年のイネ栽培の流れ
- 多収穫のためのイネ栽培
- コメの用途と食味
- イネ栽培のこれから
- まとめ

はじめに

東京大学大学院農学生命科学研究科
附属農場
西東京市緑町1-1-1



近年日本のイネ栽培の流れ

- 日本のイネ栽培は、この半世紀あまりの間に大きく変わった。
- 第二次世界大戦後、国を挙げての食糧増産への努力

  化学肥料・農薬・機械の進歩

  品種の開発

  多投入・多収穫の農業

⇒ 1960年代後半には、米が余るようになった

- 1970年代から、生産調整(減反)が行われ、作付面積、収穫量共に減少へと転じた

イネ(水稲)の収穫量の推移

	明治20年（1887年）	昭和元年（1926年）	昭和21年（1946年）	昭和40年（1965年）	昭和60年（1985年）	平成16年（2004年）
作付面積(千ha)	2,591	2,996	2,719	3,123	2,318	1,697
収穫量(千t)	5,970	8,150	9,124	12,181	11,613	8,721
収量(10a当たりkg)	230	272	336	390	501	514
消費量(国民一人当たりkg)				112	75	62

農林水産省　平成16年産作物統計 および

農林水産基本データ集
（http://www.maff.go,jp/www/info/shihyo/ichiran.html）より作成

近年日本のイネ栽培の流れ

- 食の多様化に伴い、一人あたりのお米の消費量は減少が続いている。
- “量”から“質”の時代となり、特に良食味のお米が求められるようになった。

  （1970年頃までは栄養価も重要視されていた。）
- 1980年代から、環境保全や持続性の高い農業生産が求められるようになり、それまでの多投入の農業の見直しが求められてきた。
- 一方、農業従事者の高齢化・担い手不足による耕作放棄地が増加している。
- その中で、お米の新しい用途の開発が行われ、多様化している。

多収穫　→　良食味　→　環境保全

イネの生育と収量形成

- 収量構成要素
- 多収穫栽培・多収性品種
- 1穂籾数の品種間差異

収量構成要素

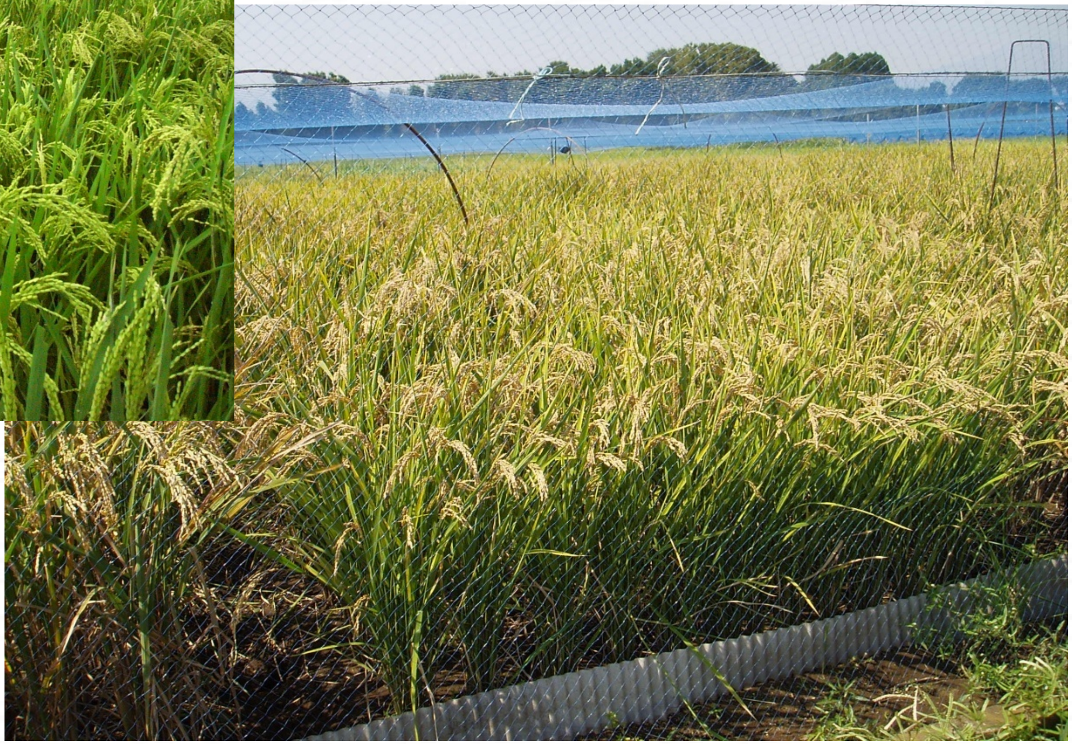
収量(g/m^2)

= 栽植密度(株/m^2) ・・・ 何株植えたか
× 穂数(本/株) ・・・ 穂が何本できたか
× 籾数(個/穂) ・・・ 籾がいくつ着いたか
× 登熟歩合 ・・・ どれぐらい実ったか
× 粒重(g/粒) ・・・ 一粒の重さはどれぐらいか

栽植密度　22.2株/m^2（30cm×15cm）

茎数(?本/株)

穂数(?本/株)



１穂籾数の品種間差異

収量構成要素

収量(g/m²)

= 栽植密度(株/m²)

× 穂数(本/株)

× 籾数(個/穂)

× 登熟歩合

× 粒重(g/粒)

初期に決まる

↓

後期に決まる

穂数、籾数、登熟歩合は、肥料が多いと増える。
特に窒素肥料が重要。

多収穫栽培

- 粒重については同じ品種を使う限り、変動は小さい。
- 多収穫を得るためには、穂数、籾数、登熟歩合を向上させればよい ⇨ 窒素肥料を施用
- しかし、これらに関与する形質はしばしば相互に負の相関関係にあり、すべてを増加させるのは難しい。

（松島省三1966「稲作診断と増収技術」（農文協）より）

イネが生育に伴ってバランスを取ってしまう

穂数の増加 ⇨ 一穂籾数の減少

一穂籾数の増加 ⇨ 登熟歩合の低下

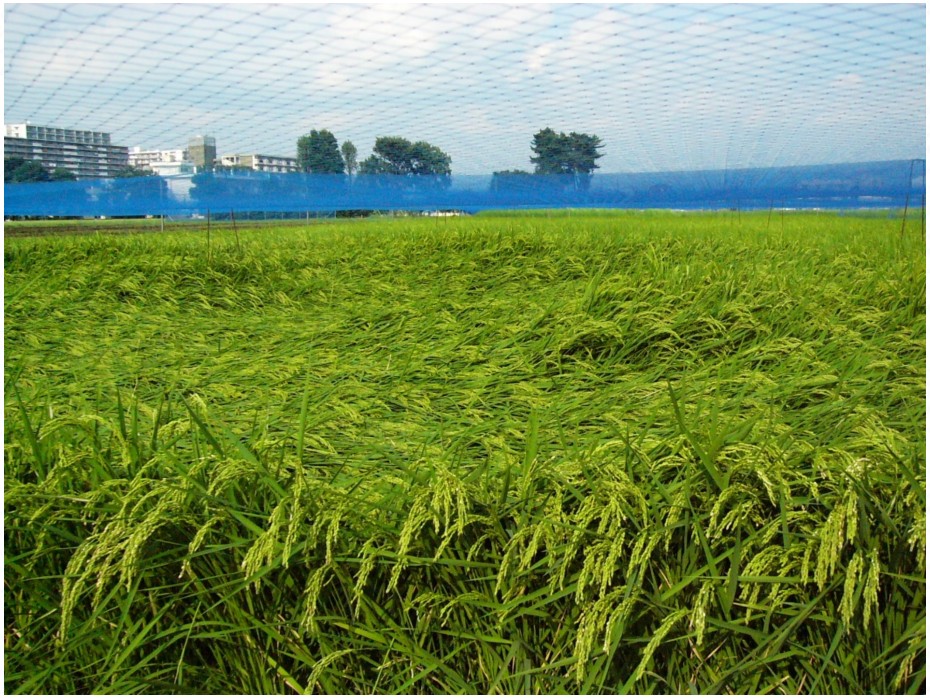
一穂籾数を増加させるためには幼穂分化期窒素追肥が最も効果的である。

しかし、これは同時にイネの背丈を高くし、葉の長さを増し、受光態勢の悪化と倒伏を招く。

また、登熟歩合が低下し、非常に危険である。

⇨ この時期にはイネの栄養状態を悪くし、他の時期にはできるだけ多く与えることでうまくバランスを取るべし。

（松島省三のV字理論）



適した品種

背が低くて、窒素肥料をたくさん与えても倒れず、葉も長くならない品種が最適

⇨ 短稈穂数型品種

- 短稈穂数型品種を密植
- 施肥によって茎数を増やす
  - →穂数の増加
  - →一穂籾数の少なさを補償
- 穂肥･実肥により登熟歩合を上げる

その結果、

1958年収量379kg/10a

（1穂籾数77、穂数310本/m^2）

↓

1978年収量499kg/10a

（1穂籾数73、穂数397本/m^2）

ただし、1949年から1968年に行われていた
「米作日本一」の平均収量は、

920kg/10a（1穂籾数100、穂数450本/m^2）

緑の革命

- 1966年、フィリピンにある国際イネ研究所(IRRI)において、短稈穂数型のイネ(IR8)が育成された。
- 肥料を多く施用しても背が高くならずに倒伏しない。
- 葉が小さく直立していて、群落の下の方まで光が到達し、全体の光合成が高く維持される。
- 多肥条件で多収穫が得られる。

⇨ アジアの食糧危機の解消

「緑の革命」

その後

- 登熟歩合は高く、したがって、これ以上の収量増加のためには穂数と籾数のさらなる増大が必要

- しかし、これ以上穂数を増加させると葉が過剰となり受光態勢の悪化を招く。栽培方法で対応するのは限界であり、収量増加は頭打ちとの指摘

⇨ もっと1穂籾数の多い品種が必要

- 韓国の緑の革命(1970年代)

  統一、密陽23号、水源258号など

  日本の品種に比べて1穂籾数が多く、過繁茂にならずに高いシンク/ソース比を達成し、高収量。

- 超多収米

  アケノホシ(日印交雑1985)、タカナリ(インディカ1991)など国内でも、超多収米(飼料用)として育成。1穂籾数が非常に多く、高収量。

- NPT(New Plant Type)(1989年～　)

  IRRI(国際イネ研究所)において、①茎が太くかつ数が少ない、②1穂籾数が多い、③短稈で受光態勢が良いという“理想型”を追求して、熱帯ジャポニカ品種から育成された。

⇨1穂籾数の多い短稈穂重型が、多収性品種として注目された

1穂籾数の品種間差異

コメの用途(従来からある用途)

収穫　→　籾　→　玄米　→　白米
（脱穀）　（籾摺り）　（精米）
↓　↓　↓
藁　籾殻　米ぬか

白米は、炊飯米・米菓・清酒原料・米麹(こうじ)・水飴・米粉などに利用される。

米ぬかは、油(食用あるいは工業用)、漬け物用、飼料に利用される。

米の用途(新しく開発された用途)

- 超多収米(飼料用)
- バイオエタノール原料
- 色素米(赤米・黒米など)
- 大粒・小粒
- 低アレルゲン米
- 低タンパク米・高タンパク米
- 低アミロース米・高アミロース米
- 香り米

など

炊飯米の品質

- 充分登熟していること－外観がよく、比重が大きい
- 適期に収穫されている
- 化学成分

  タンパク含量が低い(＝窒素含量が低い)

  脂質含量が低い

  アミロース含量が低い

  ミネラル比(マグネシウム含量/カリウム含量)が高い

⇨ 窒素肥料の減少により、良食味となる。

さらに、環境保全型農業、開発途上国における稲作につながる。

しかし、収量は減少?

ー環境保全型農業ー日本の場合

- 20世紀後半における農業の近代化（機械化、化学肥料・農薬の普及、品種の開発）に伴って土壌が疲弊した（?バランスを失った）ため、地力がなくなった。

地力増進法（昭和59年(1984年)）

⇒ 土壌の性質に由来する農地の生産力を促進・保全すること＝土づくり

⇒ 堆厩肥の施用、的確な耕耘、肥料の適正使用

環境保全型農業対策関連年表

- 昭和59年　地力増進法　成立
- 平成1年　有機農業対策室　設置
- 平成4年　環境保全型農業対策室に改変
- 平成6年　全国環境保全型農業推進会議　発足
- 平成9年　環境保全型農業推進憲章　制定
- 平成11年　持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律　成立（平成14年施行）
- 平成18年　有機農業の推進に関する法律　成立・施行

環境保全型農業

- 『農業の持つ物質循環機能を生かし、生産性との調和などに留意しつつ、土づくり等を通じて化学肥料、農薬の使用等による環境負荷の軽減に配慮した農業』

⇒ 農業生産の現場では、土づくりや合理的作付体系等の基本技術を基礎として、新たな技術体系を取り入れた最適な農法の組み立て、普及、定着を図る。

ー環境保全型農業ーヨーロッパの場合

- イギリスをはじめとし、産業革命以来、経済合理主義に基づいて、地力収奪型農業が実施されてきた。
- 農業の集約化、機械化による食糧生産の強化→　生産過剰、農薬による環境汚染、食品の安全性への懸念が深刻化
- 1985年からEUで、生産調整(減反)して所得保障
- 1988年からは環境保全的要素も組み込まれた
- 1991年には「有機農業とこれに対応する農産物と食品の表示に関する理事会規則」承認
- 1992年　「農業環境規則」採択　→　ヨーロッパの美しい景観と農業の育んできた野生生物を保護し、環境負荷を軽減する伝統的農法プログラム　これに参加した農業者にはそれによって減少する所得を直接所得保障する（環境支払い）

ー環境保全型農業ーアメリカの場合

- 日本やヨーロッパによりも化学肥料や農薬の投入が少なく、比較的粗放な農業形態が多かった。が、1970年代に入り、農産物輸出の増加に伴い、牧草地がトウモロコシ・ダイズなどの畑に切り替えられ、増産が進んだ。

  → 化学肥料・農薬の多投、連作の拡大・大量の地下水を使った灌漑農業

  → 農業者の健康、食物の安全性、地下水の枯渇、土壌の塩類集積が問題となった。

- 1980年代に入り、世界的な不況やECの農産物輸出の増大などにより、輸出の急減、過剰農産物問題が起きた。

  → 農業形態の転換の必要性

  → 生産抑制による過剰在庫の軽減、および、投入物の削減による低コスト化と農業資源と環境の保全

- 1990年農業法ー低投入持続型農業（LISA）

  経済的活力があり、農村社会を支え、かつ環境に優しい農法

多肥区
少肥区

玄米中の窒素含有率

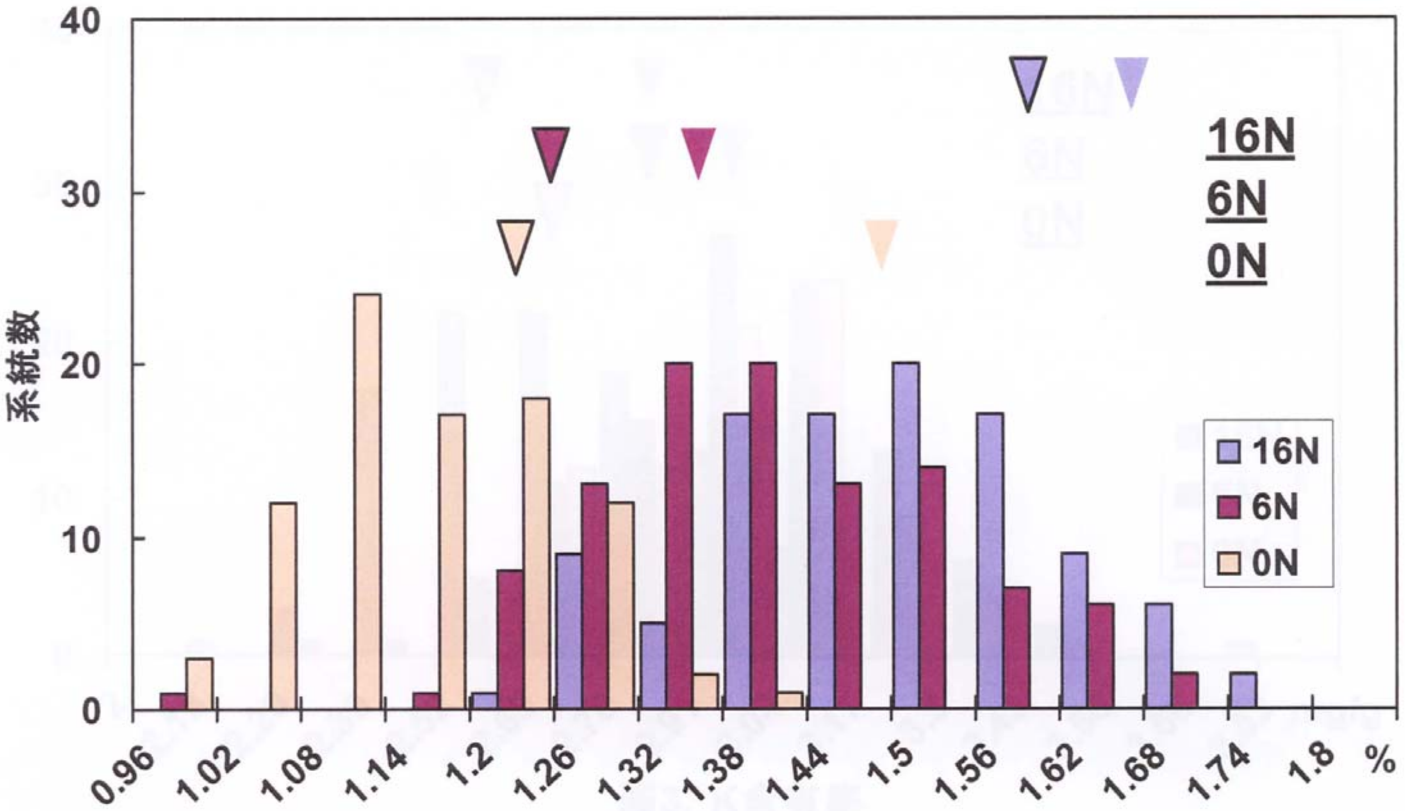


図1. N含有率

窒素含有率(タンパク含有率)は肥料の量に大きな影響を受けるが、系統の違いによる変異も非常に大きい。

106系統の収量および収量構成要素

窒素段階		アキヒカリ	IRAT109	106系統平均	最小値－最大値
L	収量（g/m^2）	363	341	**311**	*142–482*
	穂数（本/m^2）	188	111	**157**	*94–233*
	一穂稔実数	86	82	**86**	*39–134*
	千粒重	26.7	35.9	**23.7**	*17–33*
M	収量（g/m^2）	509	472	**422**	*275–603*
	穂数（本/m^2）	248	155	**205**	*117–283*
	一穂稔実数	103	73	**86**	*42–136*
	千粒重	25.4	37.6	**23.6**	*19–27*
H	収量（g/m^2）	644	704	**599**	*365–824*
	穂数（本/m^2）	293	196	**255**	*178–350*
	一穂稔実数	94	99	**96**	*50–137*
	千粒重	25	37.4	**23.7**	*19–29*

まとめ

- エコフレンドリー
- 良食味・高品質
- 多収穫

これらを同時に達成するのは非常に難しいが、バランスをうまく取っていくことが、これからの農業に必須

タイ・カンボジア等の天水田の収量増加に関する研究

ご静聴
ありがとう
ございました